

Gisela Lück – Angelika Pahl

Diagnostik und Förderung naturwissenschaftlicher Kompetenzen durch differenzierte Experimentiereinheiten

Summary: Auf der Basis langjähriger Einzeluntersuchungen zur Förderung von Kindern mit besonderen Bedürfnissen in Kindergarten und Grundschule durch experimentelle Heranführung an naturwissenschaftliche Inhalte liegt der Fokus der vorliegenden Studie auf der Entwicklung differenzierter Experimentiereinheiten. Dazu wurden diese zunächst im Rahmen von Einzelfalluntersuchungen in ihrer Eignung als Diagnosinstrument evaluiert; anschließend wurden sie dann im Klassenverband als Förderinstrument – insbesondere auch der Kinder niedriger Kompetenzstufen – eingesetzt.

Einleitung

In vielen europäischen Ländern ist die soziale Herkunft entscheidend für den Bildungsverlauf. Kinder aus privilegierten Elternhäusern besuchen eher das Gymnasium, Kinder aus prekären Familien eher Haupt- und Förderschulen (vgl. *Pupeter & Hurrelmann* 2013, S. 114). Die Bedeutung der sozialen Herkunft zeigt sich auch, wenn man den Zusammenhang der besuchten Schulform der Eltern und ihrer Kinder betrachtet: Kinder von Eltern mit Hochschul- oder Fachhochschulreife besuchen eher das Gymnasium, Kinder von Eltern mit Hauptschulabschluss überwiegend die Hauptschule (vgl. *Statistisches Bundesamt* 2013, S. 79).

In der Grundschule werden noch alle Kinder gemeinsam unterrichtet, allerdings kommen sie hierhin mit unterschiedlichen Vorerfahrungen, Fähigkeiten und Begabungen. Entsprechend ist der Appell nach 'Bildungsgerechtigkeit' mit dem Ziel 'Bildung für alle'¹ für die Grundschule noch besonders fruchtbar, weil er aufruft auch die Kinder mitzunehmen, die gefährdet sind schon früh Bildungsarmut zu erfahren.

Ein gerechter Umgang mit Leistungsheterogenität erfordert Lernangebote, die so vielfältig angelegt sind, dass alle SchülerInnen „im Unterricht mitkommen [...] und individuell bestmögliche Leistungen erreichen können“ (vgl. *Von der Groeben* 2011, S. 1), ohne dabei über- oder unterfordert zu werden.

Da die Bildungsschere auch im Bereich Naturwissenschaften stark auseinandergeht (i vgl. *Kleickmann et al.* 2012, S. 152), wurde in der vorliegenden Studie ein Konzept erarbeitet und evaluiert, mit dem nicht nur die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Kinder ermittelt, sondern auch individuell bzw. binnendifferenziert gefördert werden können.

Risikokinder - auch arm an Bildungserfahrungen

Viele Studien deuten darauf hin, dass das eher schlechte Abschneiden von Kindern weniger privilegierter Schichten häufig gar nichts mit deren fehlenden Begabungen zu tun hat, sondern

viel mehr bedingt ist durch die - verglichen mit Kindern bildungsnaher Elternhäuser - unzureichende Förderung ihrer Fähigkeiten. In der World Vision Kinderstudie gehen herkunftsbedingte Unterschiede bei der häuslichen Unterstützungspraxis während der Grundschulzeit deutlich hervor. 64 % der Eltern der oberen sozialen Schicht kontrollieren die Hausaufgaben ihrer Kinder, bei den Eltern der unteren sozialen Schicht sind es dagegen nur 46 % (vgl. *Leven & Schneekloth* 2010, S. 178). Auch in ihrer Freizeit erfahren Kinder sozial privilegierter Eltern vielfältigere Anregungen und eine Förderung ihrer Fähigkeiten und Interessen. Sozial benachteiligte Eltern melden ihre Kinder zum Beispiel seltener (42 %) in Vereinen und kommerziellen Freizeiteinrichtungen an als wohlhabende Eltern (95 %) (vgl. ebd., S. 107; vgl. *Andresen, Hurrelmann & Fegter* 2010, S. 37).

Ein Mangel an eigenen (Bildungs-)Erfahrungen der Kinder aus sozial schwächeren Familien zeigt sich auch an folgenden Zahlen: Von den Kindern aus sozial schwachen Haushalten verbringen 46 % die meiste Zeit passiv vor dem Fernseher oder mit elektronischen Spielen, während nur 11 % der Kinder aus privilegierteren Schichten sogenannte Medienkonsumenten sind (vgl. *Jänsch & Schneekloth* 2013, S. 147).

Die Aussage „Bildungsarmut ist vor allem Erfahrungsarmut“ (vgl. *Von der Groeben* 2008, S. 9) ist vor dem Hintergrund der o.g. Studien also gut belegbar und zeigt einen Weg auf, durch naturwissenschaftliches Experimentieren einen Zugang zu solchen Erfahrungen zu schaffen. Untersuchungen zur Heranführung von Kindergartenkindern an Phänomene der unbelebten Natur machten nicht nur deutlich, dass das Durchführen naturwissenschaftlicher Experimente und deren Deutung die Kinder „kognitiv und affektiv anspricht und nachhaltige Lernerfolge mit sich bringt“, sondern auch, dass „Kinder aus sozial schwächeren Familien [...] ein nahezu identisches Erinnerungsvermögen wie Kinder aus privilegierteren sozialen Schichten“ aufweisen (Lück 2009, S. 88f.).

Kompetenzstufen: Kennzeichen leistungsschwacher GrundschülerInnen

Einen Einblick in die naturwissenschaftlichen Kenntnisse von GrundschülerInnen liefert die TIMSS-Studie. Anhand von fünf aufeinander aufbauenden Kompetenzstufen, die von vier Benchmarks getrennt werden (s. Abbildung 1), kann mit TIMSS festgestellt werden, ob alle Kinder eines Landes die Schwelle zum mittleren Kompetenzniveau überschritten haben, um am weiteren Bildungsverlauf erfolgreich teilnehmen zu können (vgl. *Kleickmann et al.* 2012, S. 137).

SchülerInnen, die am Ende ihrer Grundschulzeit weniger als 475 Punkte im TIMSS-Test erreichen, haben nur ein niedriges Kompetenzniveau vorzuweisen. Sie werden einer der beiden unteren Kompetenzstufen zugeordnet und gelten als „leistungsschwach“ (*Suchaň & Wintersteller* 2012, S. 39), da sie maximal einfaches Faktenwissen wiedergeben, dies jedoch nicht anwenden können: Es fehlt ihnen ein naturwissenschaftliches Grundverständnis. Als besonders kritisch stellt sich die Lage der SchülerInnen heraus, die maximal die Kompetenzstufe 1 erreichen, denn sie verfügen nur über „rudimentäres Anfangswissen“ in den Naturwissenschaften (*Kleickmann et al.* 2012, S. 150f.1).

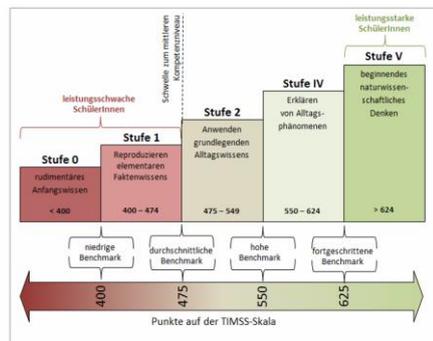
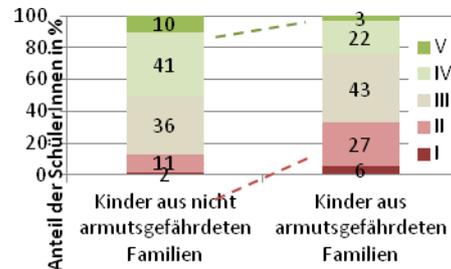


Abb. 1: Stufen der naturwissenschaftlichen Kompetenz im Grundschulalter nach TIMSS (eigene Darstellung und Bearbeitung, vgl. Bonsel et al. 2008, S. 40; vgl. Kleickmann et al. 2012, S. 138; vgl. BIFIE 2012, S. 14).



Dass die

Verteilung der SchülerInnen auf die unterschiedlichen Kompetenzstufen in Zusammenhang mit der sozialen Herkunft

steht, verdeutlicht Abbildung 2. So befinden sich Kinder aus bildungsfernen Familien viel häufiger auf den unteren Kompetenzstufen als Kinder privilegierterer Elternhäuser. Allein bei der Kompetenzstufe II liegt in Deutschland die Differenz bei 16 %! Auch in Österreich liegen ausgeprägte soziale Disparitäten für den naturwissenschaftlichen Kompetenzbereich vor (vgl. Stubbe, Tarelli & Wendt 2012, S. 237).

Naturwissenschaftliches Experimentieren und Resilienz-faktoren

Zu den Risikofaktoren, in deren Folge Kinder in ihren Entwicklungs- und Bildungschancen beeinträchtigt werden können, zählen neben der sozialen Risikolage eine geringe Ausbildung der Eltern bzw. ein bildungsfernes Elternhaus sowie Armutsgefährdung durch geringes Einkommen der Eltern (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2012, S. 26f.).

Diese Risikofaktoren können durch sog. Schutzfaktoren kompensiert werden, zu denen die Resilienzforschung u. a. ein positives Selbstkonzept, Selbstwirksamkeitsüberzeugung sowie Problemlösefähigkeit zählt. Gemeinsam ist diesen ‚protektiven Faktoren‘, die wie ein Puffersystem Risikobelastungen abmildern können (vgl. Wustmann 2009, S. 88), dass es sich dabei nicht um angeborene Persönlichkeitsmerkmale handelt, sondern um „Eigenschaften, die das Kind in der Interaktion mit seiner Umwelt“ erwirbt (ebd. S. 48).

Das schulische Selbstkonzept – auch Fähigkeitsselbstkonzept genannt – gliedert sich in der Wahrnehmung der Kinder in unterschiedliche Schulfächer und sogar innerhalb der Fächer in unterschiedliche Kompetenzen auf (vgl. Berk 2011, S. 446). Das sachunterrichtsbezogene Selbstkonzept, welches auch das naturwissenschaftliche Selbstkonzept umfasst, korreliert – nach Ergebnissen der TMS-Studie 2011 – mit den naturwissenschaftlichen Kompetenzstufen, d. h. ein niedriges Selbstkonzept im naturwissenschaftlichen Sachunterricht tritt bei Kindern niedriger Kompetenzstufen häufiger auf als bei Kindern hoher Kompetenzstufen (Kleickmann et al. 2012, S. 165).

Selbstwirksamkeitsüberzeugungen als weiterer Resilienzfaktor drückt sich in der Überzeugung aus, eine gegebene Aufgabe erfolgreich bewältigen zu können, ist also auf die Zukunft gerichtet. Sie können u.a. durch eigene körperliche Erfahrungen, verbalen Zuspruch aber auch positive Emotionen, ausgelöst z. B. durch Erfolgserlebnisse, gefördert werden (vgl. Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 43).

Das naturwissenschaftliche Experiment verbunden mit einer altersgerechten Deutung bietet zahlreiche Möglichkeiten, genau diese Resilienzfaktoren zu berücksichtigen und zu stärken, wenn es gelingt, individuell an das jeweilige Vorwissen des Kindes anzuknüpfen, unterschiedliche Anforderungsniveaus bei der Durchführung und Problemlösung anzubieten und ein ‚Könnensbewusstsein durch erfolgreiches Bearbeiten‘ zu ermöglichen (vgl. MSW NRW 2008, S. 13f.). Die vorliegende Untersuchung hat daher die Entwicklung, Evaluierung und Erprobung solcher Experimentierangebote zum Inhalt.

Entwicklung von differenzierten Experimentiereinheiten

Bei der Zusammenstellung eines kompetenzorientierten Experimentierangebotes waren vor allem zwei Kriterien leitgebend: Zum einen sollten Aufgabenstellungen enthalten sein, die unterschiedliche kognitive Anforderungsniveaus (Reproduzieren, Anwenden, Problemlösen) abdecken, um im Sinne einer Differenzierung unterschiedliche Kompetenzniveaus ansprechen und abbilden zu können. Zum anderen war es bei der Auswahl der naturwissenschaftlichen Experimente entscheidend, dass sich die Deutung verschiedener Experimente auf ein gemeinsames naturwissenschaftliches Grundprinzip (wie z.B. „Gleiches löst sich in Gleichem“) zurückführen lässt, damit das Verstehen naturwissenschaftlicher Sachverhalte gefördert werden kann. Haben die Kinder z.B. gelernt, dass sich Öl und Wasser nicht vermischen lassen, weil die Öl- und Wasser-Teilchen eine unterschiedliche Struktur haben, dann können sie mit Hilfe dieses Wissens auch das Verhalten anderer Flüssigkeiten bzw. Feststoffe im Wasser bzw. Öl erklären. Das erworbene Wissen bleibt in diesem Fall dann nicht träge, sondern erfährt eine Anwendung: Der Erwerb eines naturwissenschaftlichen Verständnisses, eines anwendungsfähigen Wissens, wird angebahnt.

Gemäß dieser beiden Kriterien wurden insgesamt zehn Experimentiereinheiten konzipiert (vgl. Pahl 2015, S. 52ff.): Jede Experimentiereinheit besteht aus drei kindgerechten Experimenten zu demselben inhaltlichen naturwissenschaftlichen Prinzip und stellt bei jedem Experiment eine neue, zusätzliche Aufgabenanforderung (Reproduzieren, Anwenden, Problemlösen) an die SchülerInnen: Beim ersten Experiment sollten die Kinder zunächst mit dem naturwissenschaftlichen Hintergrund des Experimentes vertraut werden und dementsprechend nur die Beobachtung wiedergeben. Beim zweiten Experiment wurden die Kinder aufgefordert, den Versuchsausgang anhand des im ersten Experiment erworbenen Wissens zu erklären. Beim dritten Experiment sollten die Kinder dann bereits im Vorfeld versuchen, Hypothesen über den Ausgang des Versuchs aufzustellen bzw. weiterführende Schlussfolgerungen zu ziehen.

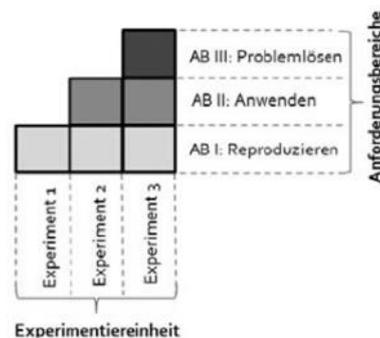


Abbildung 3: Differenzierte Experimentiereinheiten (Pahl 2015, S. 57)

Erprobung der Experimentiereinheiten im Rahmen von Einzelfallstudien

Im Rahmen mehrerer qualitativer Einzelfallanalysen wurde empirisch untersucht, inwieweit Kinder der zweiten Grundschulklasse bereits in der Lage sind, die verschiedenen Aufgabenanforderungen der erstellten Experimentiereinheiten selbständig zu bewältigen (vgl. Pahl 2015). Die wiederholte Durchführung derselben Experimentiereinheiten mit verschiedenen Kindern sollte zum einen die Möglichkeit eröffnen, gewonnene Ergebnisse zu replizieren, zum anderen aber auch ein möglichst breites Kompetenz- bzw. Handlungsspektrum der Kinder beim naturwissenschaftlichen Experimentieren abbilden. Bewusst wurde daher eine heterogene Fallauswahl getroffen, d.h. es wurden SchülerInnen mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen und unterschiedlicher sozialer Herkunft in die Studie mit einbezogen.

Die zehn Experimentiereinheiten wurden über einen Zeitraum von fünf Wochen mit jedem Kind einzeln durchgeführt und dabei Daten mittels Methoden der qualitativen Sozialforschung erhoben (teilnehmende, videogestützte Beobachtung und diagnostisches Gespräch). Dank der so erfolgten, prozessorientierten Diagnostik konnten Einblicke in die Denk- und Lernprozesse der Kinder gewonnen und aufgabenspezifische Schwierigkeiten identifiziert werden. Bei der Datenauswertung wurden sowohl interindividuelle Vergleiche (Aufgabenbewältigung derselben Aufgabe bei verschiedenen Kindern) als auch intraindividuelle Vergleiche (Aufgabenbewältigung eines Kindes bei verschiedenen Aufgaben und Inhalten) gezogen.

Insgesamt zeigte sich, dass die naturwissenschaftlichen Kompetenzen bereits bei Kindern der zweiten Grundschulklasse sehr unterschiedlich ausgeprägt waren: Je höher das kognitive Leistungsniveau der SchülerInnen von der Lehrperson eingeschätzt wurde, desto erfolgreicher waren die Kinder beim Lösen der gestellten Aufgaben – dies spricht für die Eignung der differenzierten Experimentiereinheiten als Instrument der naturwissenschaftlichen Kompetenzerfassung. Neben dem aktuellen Leistungsstand der einzelnen Kinder konnte im Rahmen der einzelnen Experimentiereinheiten auch der nächstmögliche, individuelle Entwicklungsschritt im Bereich des naturwissenschaftlichen Kompetenzerwerbs aufgezeigt werden. Der intraindividuelle Vergleich der Aufgabenbewältigung machte zudem deutlich, dass sich viele SchülerInnen bereits während einer Experimentiereinheit in ihrer Fähigkeit, naturwissenschaftliche Phänomene zu deuten, verbesserten. Damit konnte belegt werden, dass mit Hilfe dieses differenzierten Experimentierangebotes eine Förderung im Bereich des naturwissenschaftlichen Verständnisses erfolgen kann.

Entwicklung von Experimentiermaterialien für den Klassenunterricht

Nach den vielversprechenden Ergebnissen der Einzelfallstudien entstand das Bestreben, die entwickelten, differenzierten Experimentiereinheiten für den (inklusive) Unterrichtsalltag einsetz- und nutzbar zu machen. Schließlich stellt der Klassenunterricht nach wie vor den wichtigsten Förderort dar (vgl. Scherer & Moser Opitz 2010, S. IV).

Dazu mussten zunächst kindgerechte Experimentiermaterialien konzipiert werden, die den SchülerInnen ein weitgehend selbständiges, dem individuellen Lerntempo angemessenes und dem Kompetenzniveau angepasstes naturwissenschaftliches Arbeiten ermöglichen sollte. Um gerade auch leistungsschwächere SchülerInnen nicht zu überfordern, wurde bei der Gestaltung des Experimentiermaterials Wert darauf gelegt, dass die Versuchsanleitungen bildhaft und kleinschrittig und die naturwissenschaftlichen Deutungen in kurzen, leicht verständlichen und einfach lesbaren Texten wiedergegeben wurden. Entsprechend dazu entstanden Arbeitsblätter mit unterschiedlichen Aufgabenanforderungen und der Möglichkeit der Selbstkontrolle. Bevor das Experimentiermaterial im Klassenunterricht zum Einsatz kam, wurde es mit jeweils zwei

SchülerInnen-Paaren einer integrativen Klasse vorevaluiert und ggf. noch einmal überarbeitet (vgl. *Pahl 2015*, S. 94ff.).

Erprobung des Experimentiermaterials im Rahmen des Klassenunterrichts

In einer zweiten Studie, einer Interventionsstudie im Klassenverband, sollte empirisch geprüft werden, inwieweit sich das konzipierte naturwissenschaftliche Experimentierangebot als binnendifferenziertes Förderinstrument eignet. Es ging also darum, herauszufinden, welchen „Effekt“ die im Klassenunterricht durchgeführten Experimentiereinheiten bei Kindern mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen bewirken – und zwar im Hinblick auf das naturwissenschaftsbezogene Verständnis und den Bereich des Fähigkeitsselbstkonzeptes (vgl. *Pahl 2015*, S. 100ff.).

Die bislang erste Erprobung fand in einer zweiten Grundschulklasse mit einer ausgewiesenen hohen Leistungsheterogenität der SchülerInnen und mehreren Kindern mit Risikofaktoren statt – diese Informationen gingen aus einer Befragung der Klassenlehrperson hervor. In leistungsheterogenen Zweier-Teams, welche die Lehrperson bildete, bearbeiteten die SchülerInnen im Rahmen des regulären Sachunterrichtes insgesamt zehn Experimentiereinheiten. Während dieser selbständigen Experimentier- und Arbeitsphasen übernahmen die beiden anwesenden Lehrpersonen die Rolle von Lernbegleitern und führten teilnehmende Beobachtungen durch. Zu Beginn und am Ende einer jeder Unterrichtsstunde wurde die Experimentiereinheit mit allen SchülerInnen der Klasse gemeinsam besprochen.

Nach der Durchführung von jeweils fünf Experimentiereinheiten wurden die Kinder einem Leistungstest unterzogen. Die Testdurchführung wurde vier Monate nach Beginn der ersten Experimentiereinheit wiederholt, um langfristige Lerneffekte erfassen zu können. Da die Testaufgaben unterschiedliche Aufgabenanforderungen berücksichtigten, konnten differenzielle Lerneffekte bei den Kindern nachgewiesen werden. Die Ergebnisse weisen bei allen SchülerInnen der untersuchten Klasse auf langfristige, individuelle Lernerfolge hin. Jedes Kind kam über die „kritische Grenze“ der einfachsten Reproduktionsaufgaben hinaus. Einige SchülerInnen konnten sogar alle Testaufgaben erfolgreich bearbeiten. Dies belegt, dass beim naturwissenschaftlichen Experimentieren eine Förderung aller Kinder je nach Leistungsstärke möglich ist. Nicht zuletzt kann als positiv herausgestellt werden, dass alle SchülerInnen beim Experimentieren ein Gefühl von Kompetenz erleben konnten: Dies ging aus den Ergebnissen der Fähigkeitsselbsteinschätzung der Kinder hervor, die am Ende der Intervention bei allen Kindern ein hohes Fähigkeitsselbstkonzept im Bereich des Experimentierens manifestieren (siehe Abb. 2).

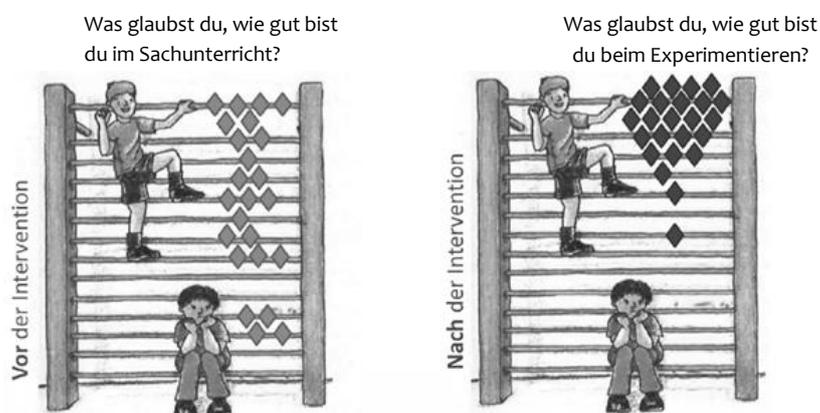


Abbildung 1: Ergebnisse der Fähigkeits-Selbsteinschätzung der SchülerInnen einer zweiten Grundschulklasse (vgl. Pahl 2015, S.143). Als Erhebungsinstrument diente die Stufenleiter von Eggert, Reichenbach & Bode (2010), welche dem Selbstkonzept Inventar für Kinder im Vorschul- und Grundschulalter entstammt.

Bildung für alle“: So lautet das Bildungs-Aktionsprogramm, für das die UNESCO federführend ist, und das im Sinne der Inklusion fordert: „Alle Menschen weltweit sollen Zugang zu qualitativ hochwertiger Bildung erhalten“ (Deutsche UNESCO-Kommission e.V. 2010, S. 2).

² Bei der „Trends in International Mathematics and Science Study“ (TIMSS) handelt es sich um eine „international vergleichende Schulleistungstudie“ der IEA („International Association for the Evaluation of Educational Achievement“), welche die mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen von SchülerInnen der 4. bzw. 8. Jahrgangsstufe in einem vierjährigen Rhythmus weltweit erfasst. An der Grundschuluntersuchung beteiligte sich Deutschland erstmals im Jahr 2007. TIMSS 2007 und TIMSS 2011 war in Deutschland ausschließlich als Grundschuluntersuchung angelegt (Wendt, Bos et al. 2012, S. 13; Bonsen et al. 2008, S. 20; Kleickmann et al. 2012, S. 142). Österreich beteiligt sich seit 2006/07 an den Grundschulstudien PIRLS und TIMSS. Die Bezeichnung der Kompetenzstufen erfolgt in Österreich von Stufe 0 bis 4, in Deutschland von Stufe I bis V, meint aber dasselbe.

LITERATUR

- Andresen, S., Hurrelmann, K. & Fegter, S.: Wie geht es unseren Kindern? Wohlbefinden und Lebensbedingungen der Kinder in Deutschland. In: World Vision Deutschland e.V. (Hrsg.), Kinder in Deutschland 2010: 2. World Vision Kinderstudie (S. 35-60). Fischer Taschenbuchverlag, Frankfurt am Main 2010.
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (Hrsg.): Bildung in Deutschland 2012: Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zur kulturellen Bildung im Lebenslauf. Bertelsmann, Bielefeld 2012.
- Berk, L. E.: Entwicklungspsychologie (5. aktualisierte Aufl.). Pearson Studium, München 2011.
- BIFIE (Bildungsinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens): PIRLS & TIMSS 2011 – Erste Ergebnisse. URL: https://www.bifie.at/system/files/dl/PT11_AK_Wien_20121205.pdf [letzter Zugriff: 20.03.2015]. Wien 2012.
- Bonsen, M., Lintorf, K., Bos, W. & Frey, K. A.: TIMSS 2007 Grundschule – Eine Einführung in die Studie. In: W. Bos, M. Bonsen, J. Baumert & M. Prenzel (Hrsg.), TIMSS 2007: Mathematische und

- naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich (S. 19 – 48). Waxmann, Münster 2008.
- Deutsche UNESCO-Kommission e.V. (Hrsg.): Inklusion: Leitlinien für die Bildungspolitik. UNESCO, Bonn 2010.
- Eggert, D., Reichenbach, C. & Bode, S.: Das Selbstkonzept Inventar (SKI) für Kinder im Vorschul- und Grundschulalter. Theorie und Möglichkeiten der Diagnostik (2. Auf.). Borgmann, Dortmund 2010.
- Jänsch, A. & Schneekloth, U.: Die Freizeit: vielfältig und bunt, aber nicht für alle Kinder. In: World Vision Deutschland e.V. (Hrsg.), Kinder in Deutschland 2013 : 3. World Vision Kinderstudie (S. 135-167). Beltz, Weinheim und Basel 2013.
- Kleickmann, T., Brehl, T., Saß, S., Prenzel, M. & Köller, O.: Naturwissenschaftliche Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In: W. Bos, H. Wendt, O. Köller & C. Selter (Hrsg.), TIMSS 2011: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich (S. 123-170). Waxmann, Münster 2012.
- Leven, I. & Schneekloth, U.: Die Freizeit: Sozial getrennte Kinderwelten. In: World Vision Deutschland e.V. (Hrsg.), Kinder in Deutschland 2010: 2. World Vision Kinderstudie (S. 95-140). Fischer Taschenbuchverlag, Frankfurt am Main 2010.
- Lück, G.: Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung: Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen (überarbeitet und erweiterte Neuauflage). Herder, Freiburg u.a. 2009.
- MSW NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen) : Handreichung. Kompetenzorientierung – eine veränderte Sichtweise auf das Lehren und Lernen in der Grundschule. URL: <http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-grundschule/>. [letzter Zugriff: 14.03.2015]. Düsseldorf 2008. Pahl, A.: Diagnostik und Förderung naturwissenschaftlicher Kompetenzen durch differenzierte Experimentiereinheiten. Cuvellier Verlag, Göttingen 2015.
- Pupeter, M. & Hurrelmann, K.: Die Schule: Als Erfahrungsraum immer wichtiger. In: World Vision Deutschland e. V. (Hrsg.), Wie gerecht ist unsere Welt? Kinder in Deutschland 2013: 3. World Vision Kinderstudie (S. 111 – 134). Fischer Taschenbuchverlag, Frankfurt am Main 2013.
- Scherer, P. & Moser Opitz, E.: Fördern im Mathematikunterricht der Primarstufe. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2010.
- Schwarzer, R. & Jerusalem, M.: Das Konzept der Selbstwirksamkeit. In: M. Jerusalem & D. Hopf (Hrsg.), Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen (S. 28-53). Beltz, Weinheim 2002.
- Suchań, B. & Wintersteller, A. :Naturwissenschaften: Verteilung der Schüler/innen auf Kompetenzstufen. In: B. Suchań, C. Wallner-Paschon, S. Bergmüller & C. Schreiner (Hrsg.), PIRLS & TIMSS 2011: Schülerleistungen in Lesen, Mathematik und Naturwissenschaft in der Grundschule. Erste Ergebnisse (S. 38-39). Leykam, Graz 2012.
- Von der Groeben, A.: Individuelle Förderung - was heißt das? URL: www.bielefeld.de/ftp/dokumente/Vortrag090211.pdf. [letzter Zugriff: 27.03.2015]. Bielefeld 2011.
- Wendt, H., Bos, W., Selter, C. & Köller, O.: Wichtige Ergebnisse im Überblick. In: W. Bos, H. Wendt, O. Köller & C. Selter (Hrsg.), TIMSS 2011: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich (S. 13-26). Waxmann, Münster 2012.
- Wendt, H.: Sonderauswertung zu TIMSS 2011. [23.09.2013, unveröffentlichtes Material]. Institut für Schulentwicklungsforschung, Münster 2012.

Wustmann, C.: Resilienz - Widerstandsfähigkeit von Kindern in Tageseinrichtungen fördern (2. Aufl.).
Cornelsen Scriptor, Berlin 2009.

ZUR AUTORIN/ZUM AUTOR

Prof. Dr. Gisela LÜCK, Studium der Chemie und Philosophie an der Universität zu Köln, Promotion in Philosophie über ein erkenntnistheoretisches Thema zum Werk Friedrich Nietzsches. Nach zehnjähriger Tätigkeit bei der Fa. Henkel in Düsseldorf und der Enquete-Kommission 'Schutz des Menschen und der Umwelt' des 12. Deutschen Bundestags Habilitation zum Thema 'Naturwissenschaftliche Bildung im frühen Kindesalter' an der Universität Kiel 1999. C3-Professur an der Uni Essen 2000, seit 2002 Professur (C4) für Didaktik der Chemie an der Universität Bielefeld.

Dr. Angelika PAHL, Studium 'Bildungswissenschaften für den Primarbereich' an der Freien Universität Bozen mit Schwerpunktbildung im Bereich Naturwissenschaften sowie Abschluss der Zusatzausbildung für den Integrationsunterricht in Kindergarten und Grundschule. Promotion im Arbeitskreis 'Didaktik der Chemie' der Universität Bielefeld unter der Leitung von Frau Prof. Dr. Gisela Lück. Seit 2015 Junior-Professur für 'Didaktik der unbelebten Natur' an der Fakultät für Bildungswissenschaften der Freien Universität Bozen.